SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Produire et consommer l'électricité photovoltaïque : mode d'emploi

Ronan Guivarc'h
11 juin 2014

Aquitaine développement innovation

RÉGION AQUITAINE

ALPhA Route des Lasers THE PLACE TO BE

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Le cluster

- Créé début 2011
- Porté par le pôle de compétitivité Alpha Route des Lasers
- Plus de 30 membres en Aquitaine
- Comité de pilotage animé par ADI ouvert à tous les membres: chaque 2ème lundi du mois
- Missions:
  - Favoriser le développement des marchés pour la filière solaire
  - Fédérer les entreprises régionales autour de projets collaboratifs :
    - Labellisation de projets R&D via le pôle Alpha
    - Autoconsommation
    - Territoire à Energie Positive
    - Ville durable à l'export
  - Participer à la Conférence Régionale sur la Transition Energétique

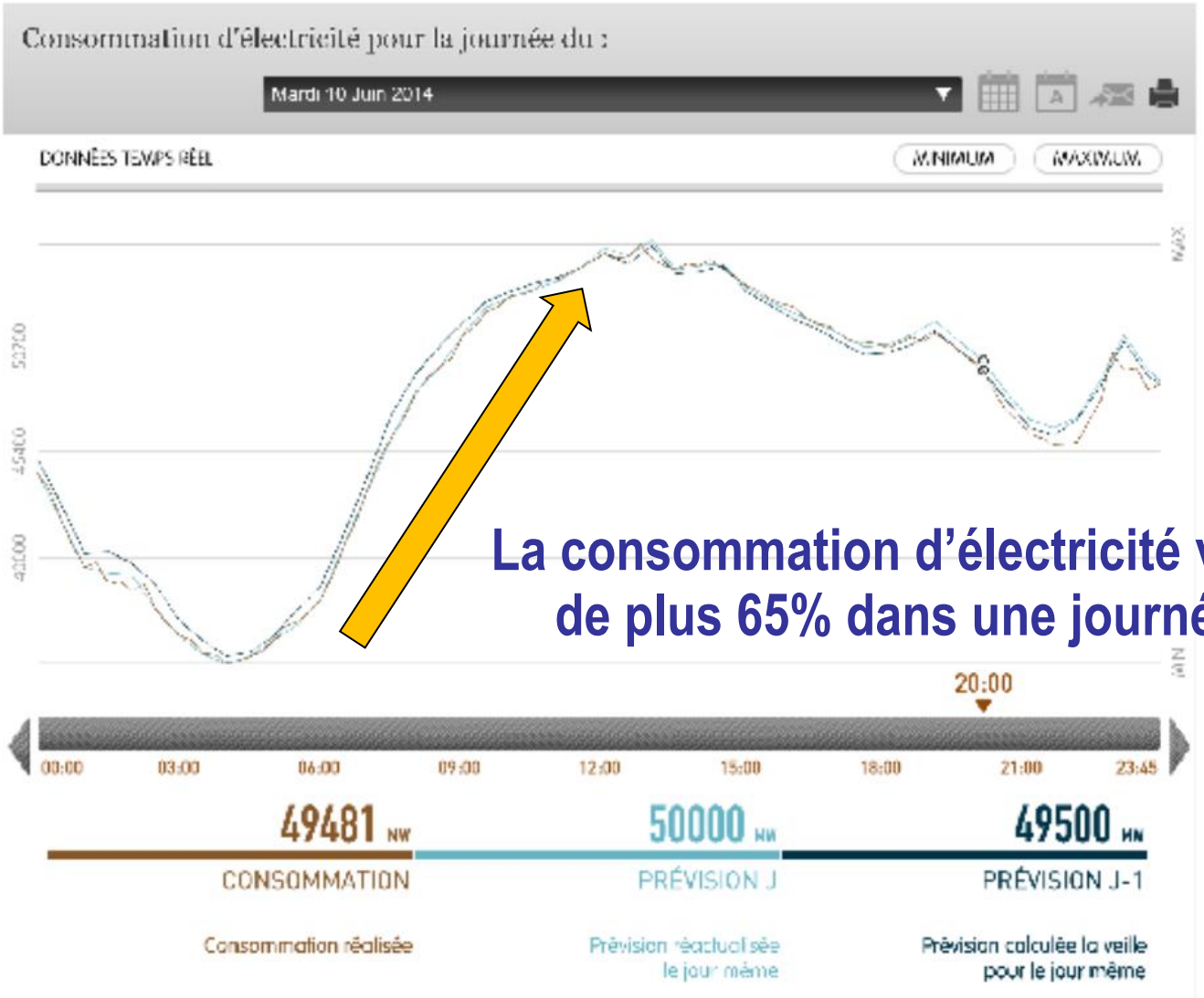
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Les membres

BASE
DOMO HELIOS
Sunna design
GÉNÉRALE DU SOLAIRE
TCE Solar
TERRE CIEL ENERGIES
ESTIA
ECOLE D'INGENIEURS
CCI BAYONNE PAYS BASQUE
néasol
SOL ARCADIA
Votre partenaire solaire
enersafe
batteries and power solutions
immosun
l'agent solaire
exosun
FOCUS ON SOLAR SOLUTIONS
FONROCHE
énergies renouvelables
UC nergie
TECSOL
VALOREM
producteur d'énergies vertes
GROUPE MEGAWAT ENERGIES
solairedirect
L'énergie qui change tout
SEML
ROUTE DES LASERS
BOUYGUES
ENERGIES & SERVICES
EIFFAGE ÉNERGIE
AQUITAINE
SPIE
Chatenet
ASTF
LUXENER
L'ÉCLAIRAGE ÉCO DURABLE
EDF ENR
ÉNERGIES NOUVELLES RÉPARTIES

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

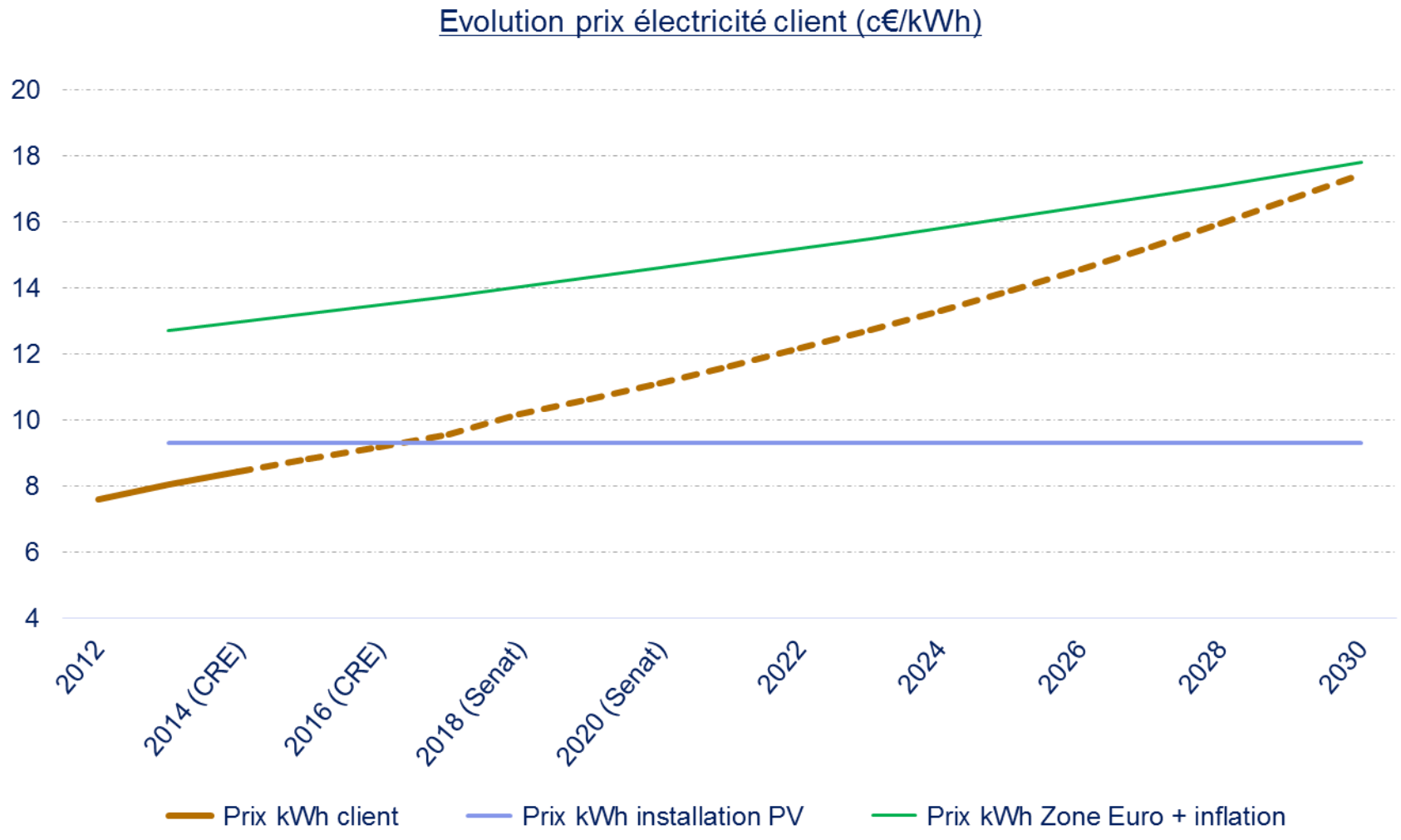
La consommation électrique en France mardi 11 juin 2014



La consommation d'électricité varie de plus 65% dans une journée

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

L'évolution du prix de l'électricité



Sources : Eurostat, Rapport CRE 2012, Rapport Sénat 2012

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Pourquoi cette démarche ?

- Maîtrise de la facture d'électricité
- Anticipation de la déréglementation du marché de l'électricité de fin 2015
- Politique environnementale et maîtrise de l'énergie
- Rénovation de toiture, mise en place d'ombrières de parking
- Maintien du raccordement au réseau

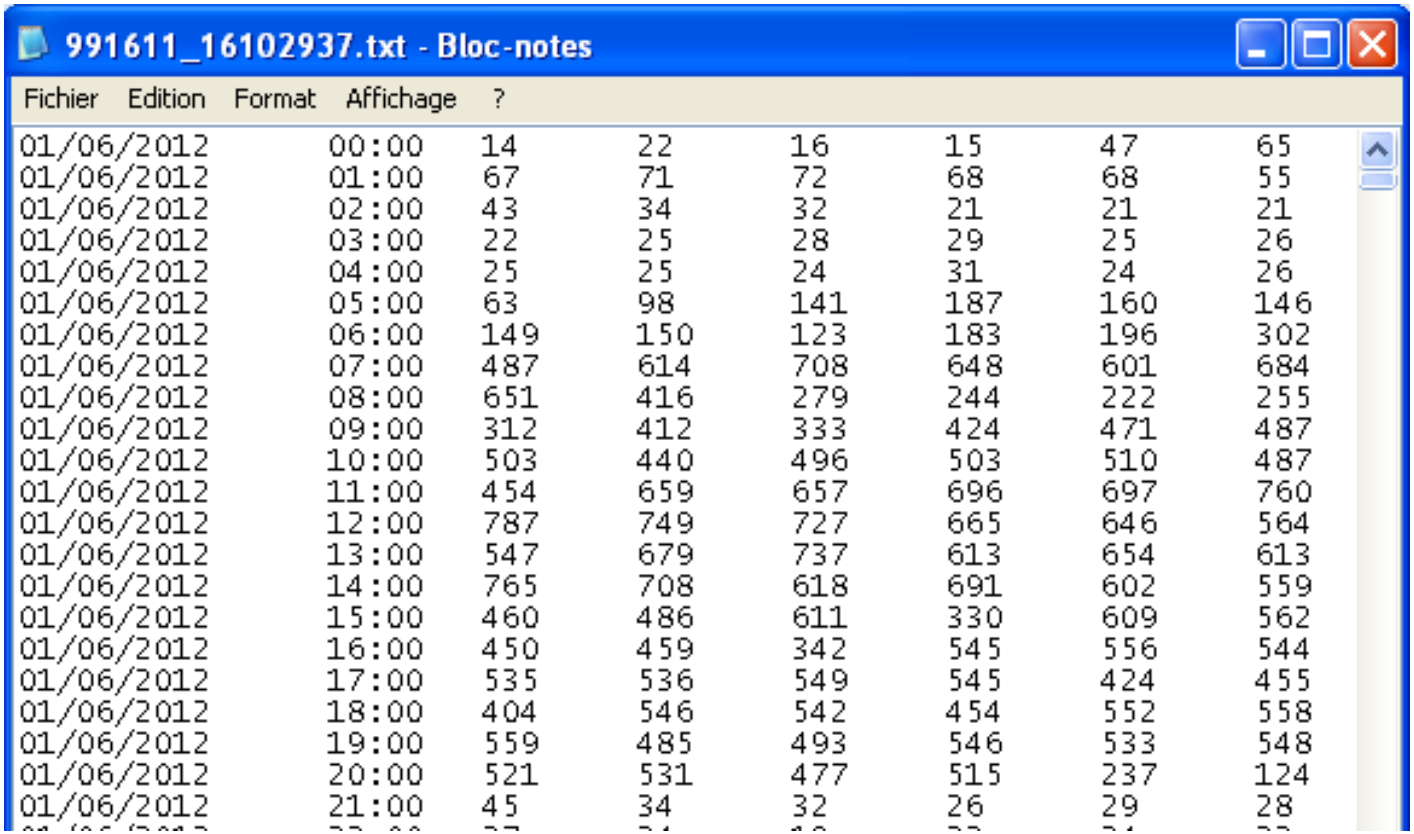
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Méthodologie

1. Analyse de la consommation
2. Connaissance du contrat d'achat d'électricité
3. Dimensionnement de l'installation de production
4. Bilan technique et financier

Les données de consommation

- **Récupération des données de consommation : tarif Vert : courbe de charge P10**



991611_16102937.txt - Bloc-notes

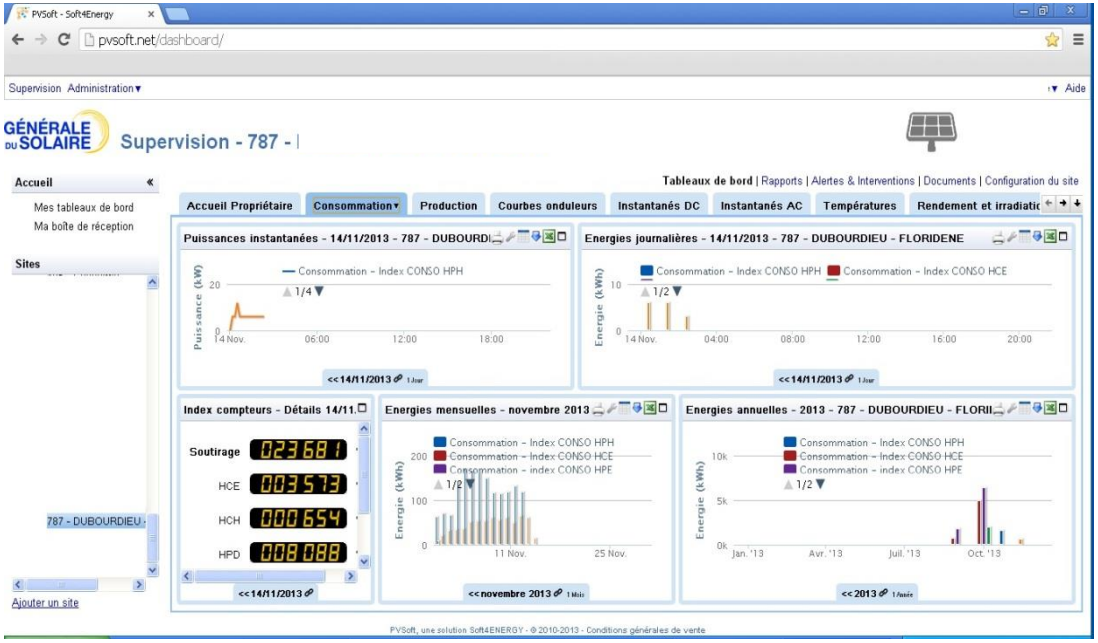
Fichier Edition Format Affichage ?

01/06/2012	00:00	14	22	16	15	47	65
01/06/2012	01:00	67	71	72	68	68	55
01/06/2012	02:00	43	34	32	21	21	21
01/06/2012	03:00	22	25	28	29	25	26
01/06/2012	04:00	25	25	24	31	24	26
01/06/2012	05:00	63	98	141	187	160	146
01/06/2012	06:00	149	150	123	183	196	302
01/06/2012	07:00	487	614	708	648	601	684
01/06/2012	08:00	651	416	279	244	222	255
01/06/2012	09:00	312	412	333	424	471	487
01/06/2012	10:00	503	440	496	503	510	487
01/06/2012	11:00	454	659	657	696	697	760
01/06/2012	12:00	787	749	727	665	646	564
01/06/2012	13:00	547	679	737	613	654	613
01/06/2012	14:00	765	708	618	691	602	559
01/06/2012	15:00	460	486	611	330	609	562
01/06/2012	16:00	450	459	342	545	556	544
01/06/2012	17:00	535	536	549	545	424	455
01/06/2012	18:00	404	546	542	454	552	558
01/06/2012	19:00	559	485	493	546	533	548
01/06/2012	20:00	521	531	477	515	237	124
01/06/2012	21:00	45	34	32	26	29	28

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Les données de consommation

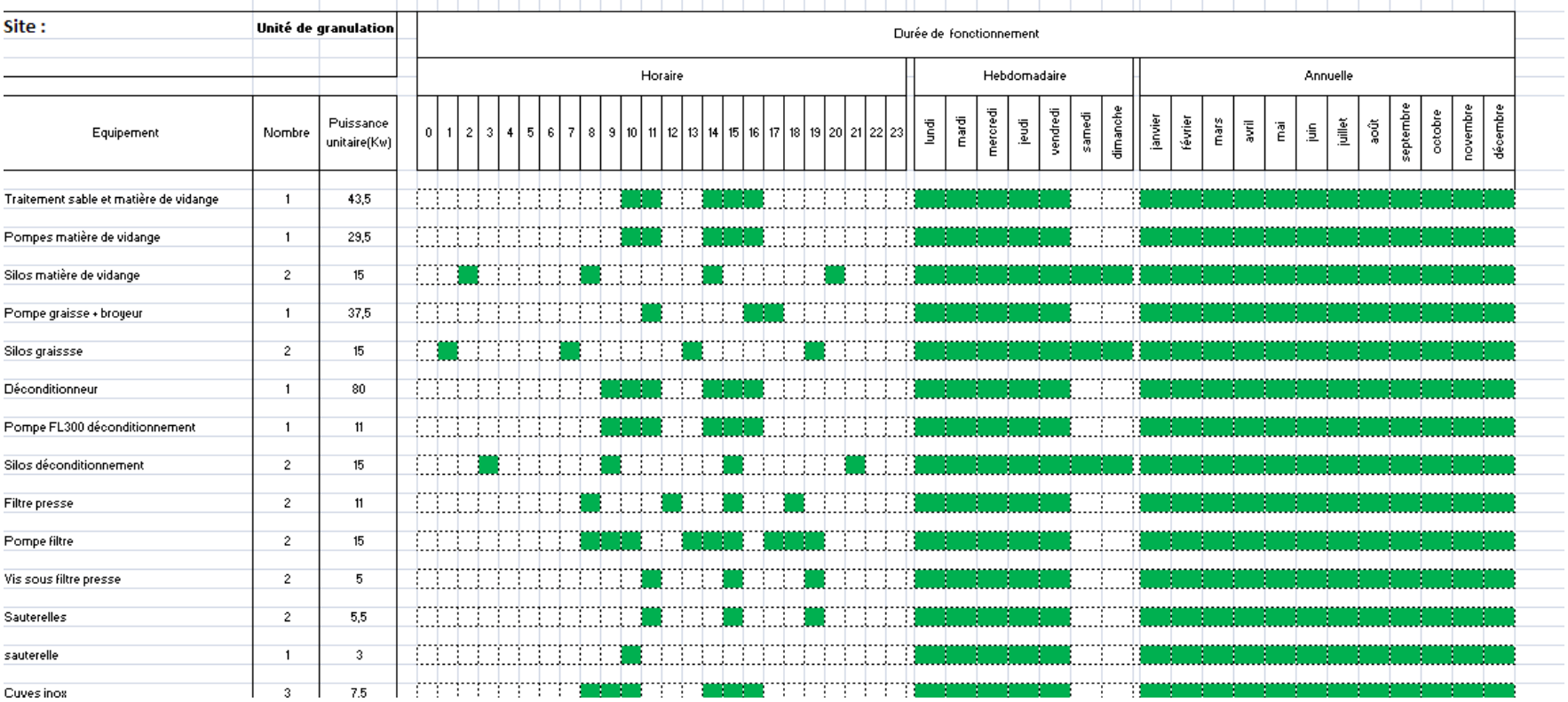
- **Récupération des données de consommation : Instrumentation du site et export des données : ex cas d'un site existant en tarif jaune ou bleu**



SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Les données de consommation

Estimation des données de consommation : cas d'un projet de construction



| Site : | Unité de granulation | | Durée de fonctionnement | | |

Les données de consommation

- **Récupération des données de consommation : courbe de charge P10 selon le tarif ou mise en place d'une instrumentation**

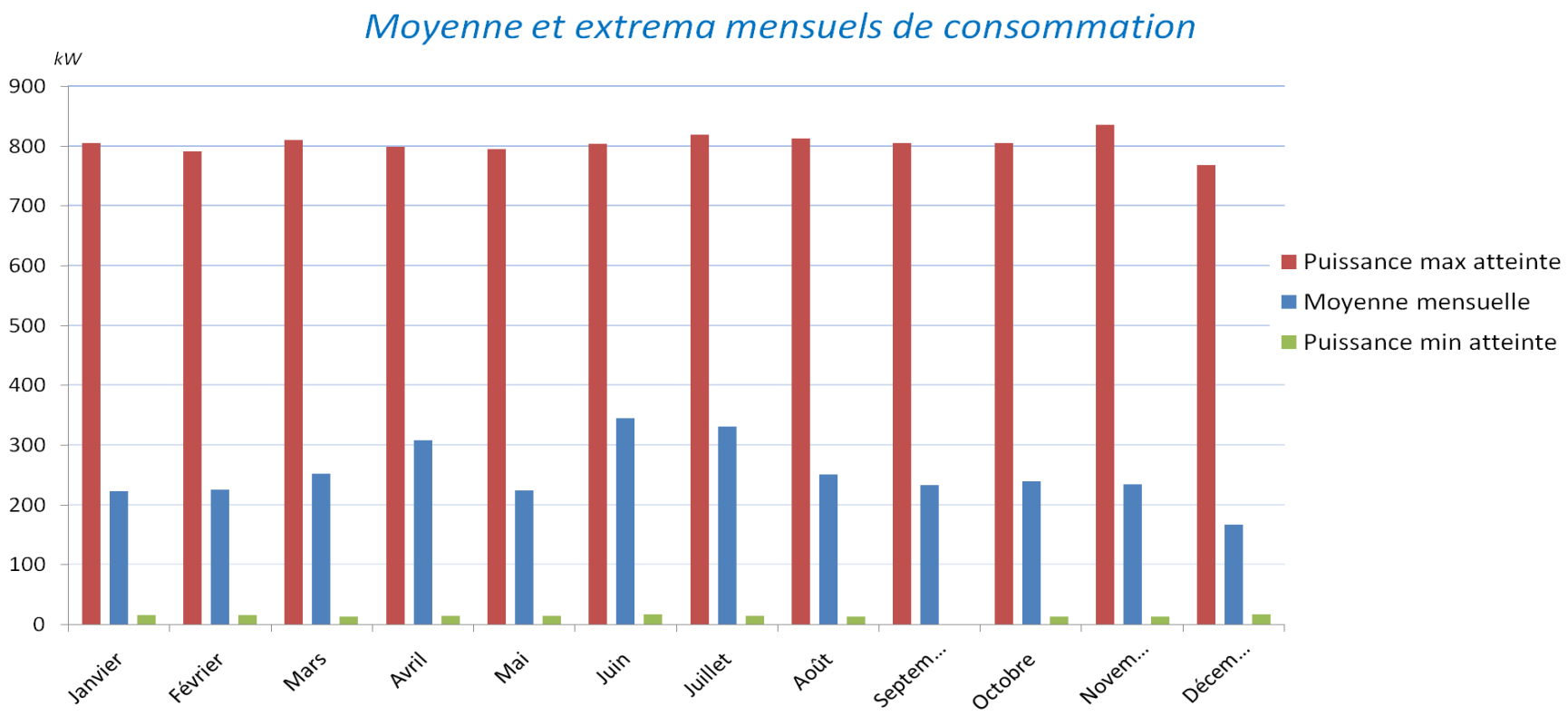
991611_16102937.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage ?

01/06/2012	00:00	14	22	16	15	47	65
01/06/2012	01:00	67	71	72	68	68	55
01/06/2012	02:00	43	34	32	21	21	21
01/06/2012	03:00	22	25	28	29	25	26
01/06/2012	04:00	25	25	24	31	24	26
01/06/2012	05:00	63	98	141	187	160	146
01/06/2012	06:00	149	150	123	183	196	302
01/06/2012	07:00	487	614	708	648	601	684
01/06/2012	08:00	651	416	279	244	222	255
01/06/2012	09:00	312	412	333	424	471	487
01/06/2012	10:00	503	440	496	503	510	487
01/06/2012	11:00	454	659	657	696	697	760
01/06/2012	12:00	787	749	727	665	646	564
01/06/2012	13:00	547	679	737	613	654	613
01/06/2012	14:00	765	708	618	691	602	559
01/06/2012	15:00	460	486	611	330	609	562
01/06/2012	16:00	450	459	342	545	556	544
01/06/2012	17:00	535	536	549	545	424	455
01/06/2012	18:00	404	546	542	454	552	558
01/06/2012	19:00	559	485	493	546	533	548
01/06/2012	20:00	521	531	477	515	237	124
01/06/2012	21:00	45	34	32	26	29	28

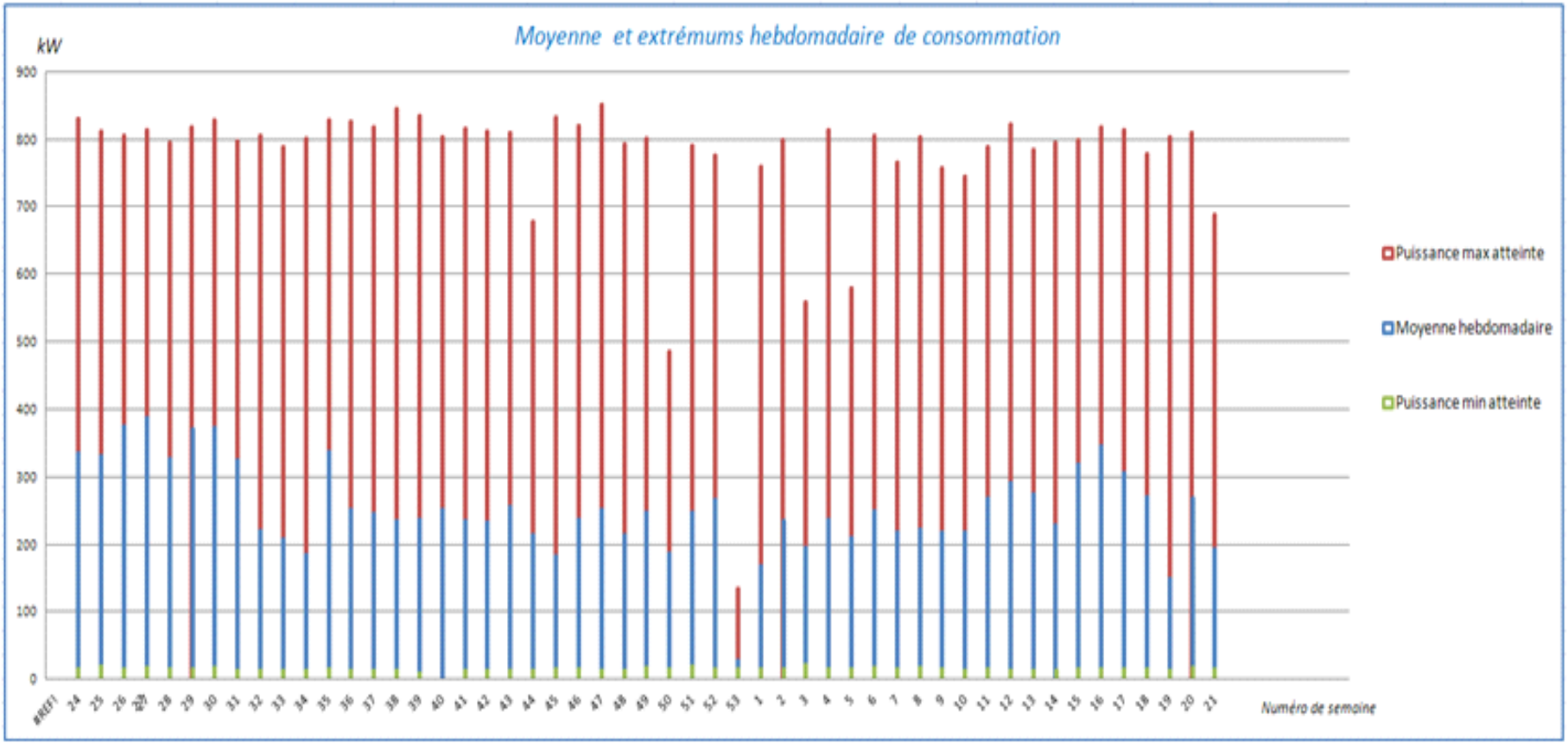
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Consommation annuelle



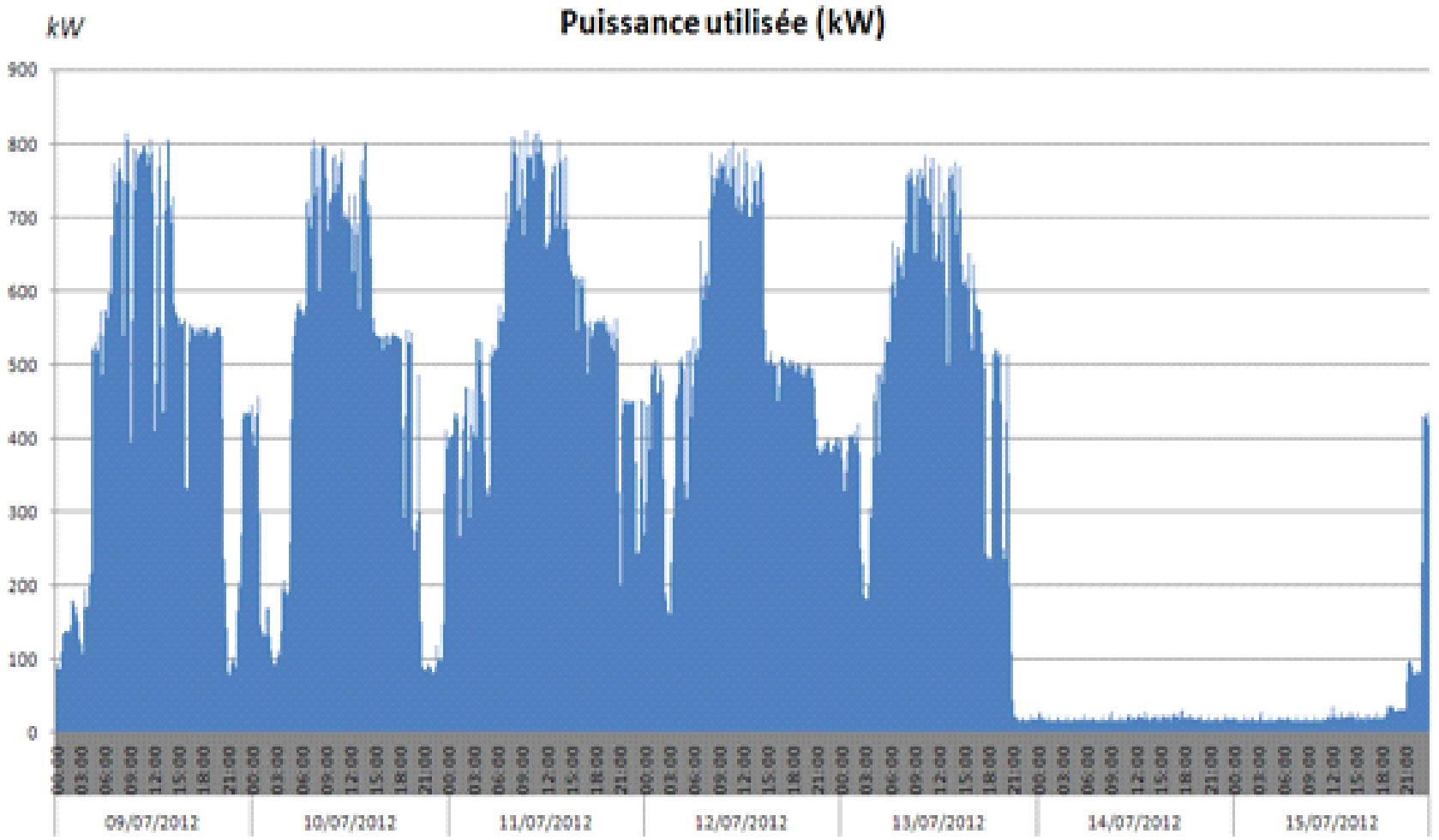
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Consommation mensuelle


Moyenne et extrémums hebdomadaire de consommation
kW
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
#REF!
24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
Numéro de semaine
Puissance max atteinte
Moyenne hebdomadaire
Puissance min atteinte

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Consommation hebdomadaire



Le contrat d'achat d'électricité

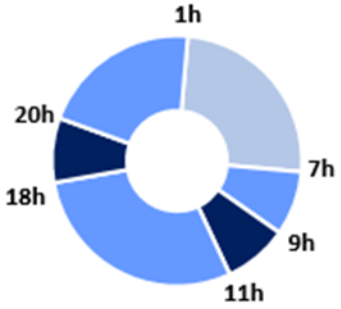
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Tarif kWh 2013 (c€/kWh)	Hiver	Demi-saison	Eté	J-A
Heures pleines	6,538	5,485	4,741	3,687
Heures creuses	4,882	3,822	2,822	3,687
Pointe	7,627	5,485	4,741	3,687

Coût dépassement (c€/kWh)	Hiver	Demi-saison	Eté	J-A
Heures pleines	321,2	149,6	136,4	136,4
Heures creuses	149,6	136,4	136,4	136,4
Pointe	440	440	440	136,4

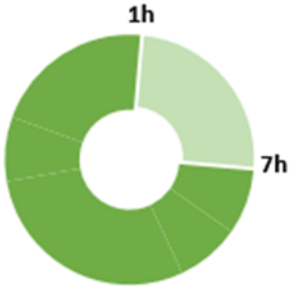
HIVER

Décembre, Janvier, Février



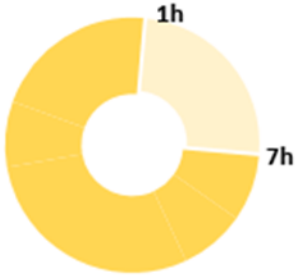
DEMI-SAISON

Mars, Novembre



ETE

De Avril à Juin
De Septembre à Novembre



J-A

Juillet, Août

Sources : Factures, EDF

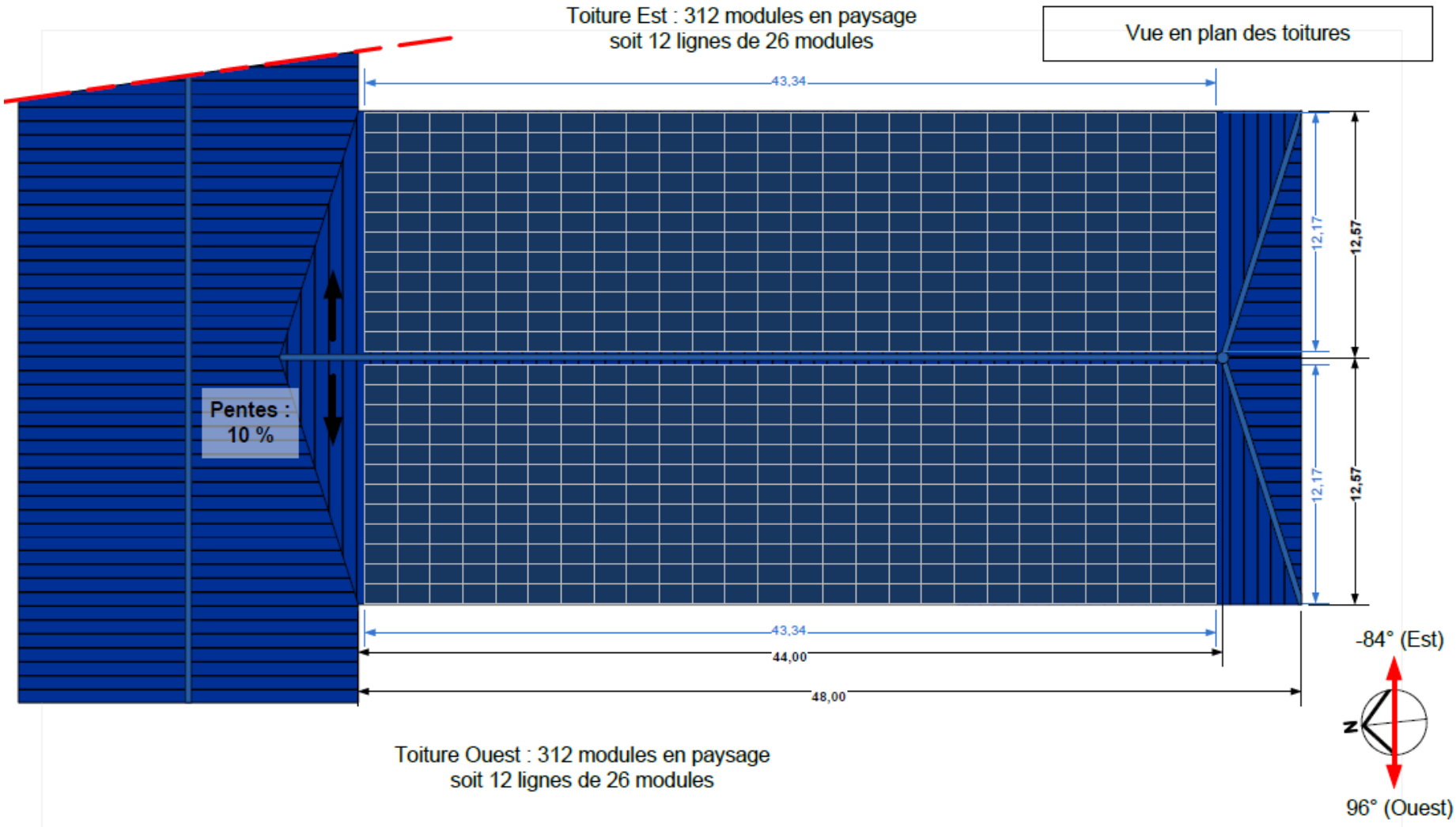
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Dimensionnement de l'installation Photovoltaïque

- Choix du support : toiture, ombrière de parking, structure au sol ...
- Choix de l'orientation et de l'inclinaison pour maximiser le taux d'autoconsommation
- Raccordement pour réinjection du surplus ou autoconsommation totale

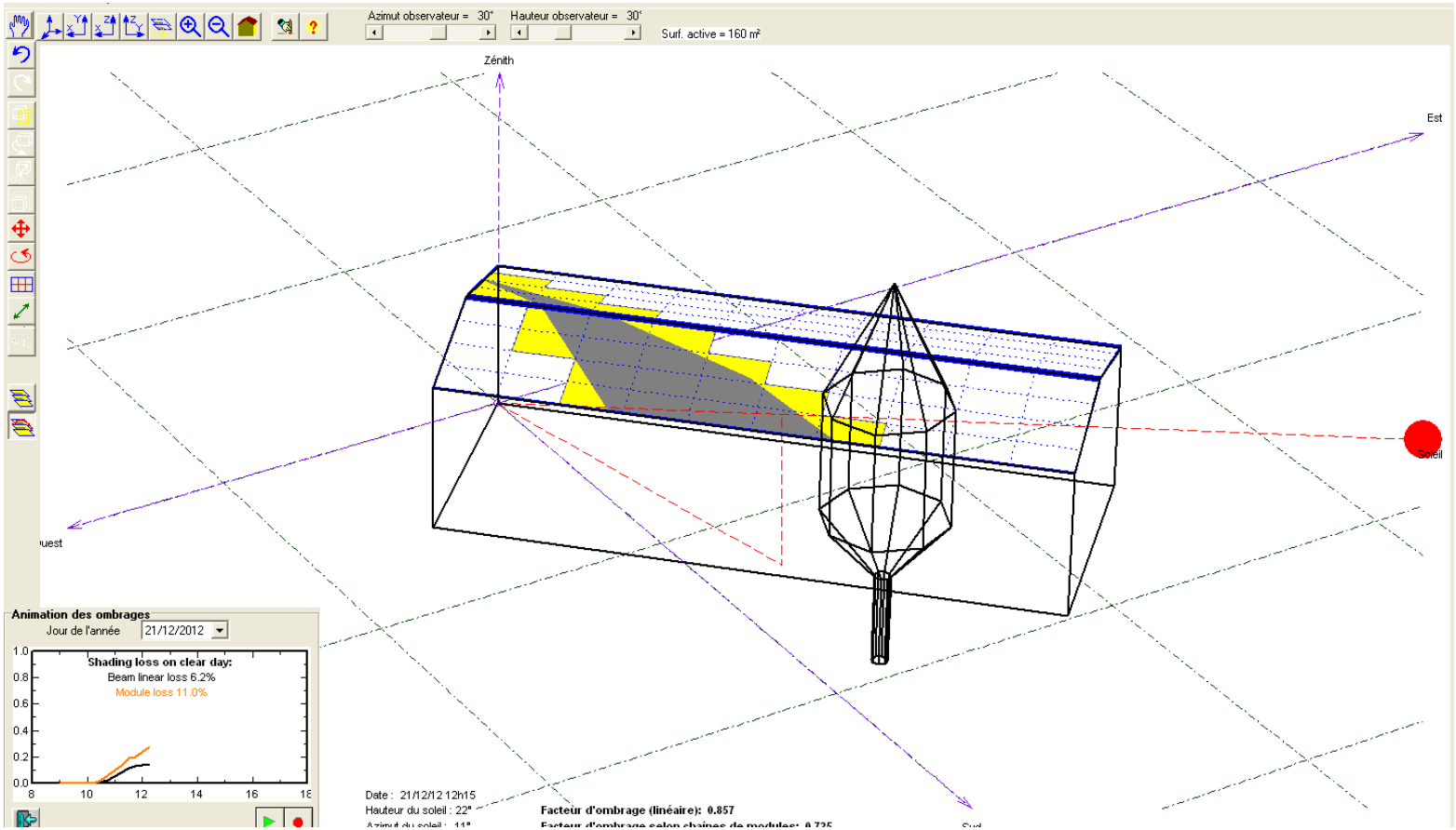
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Dimensionnement de l'installation Photovoltaïque



SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Dimensionnement de l'installation Photovoltaïque



Dimensionnement de l'installation Photovoltaïque

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Système couplé au réseau: Résultats principaux

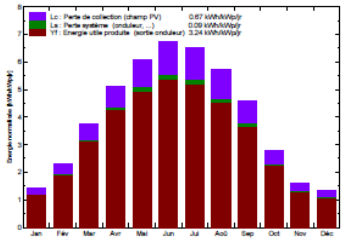
Projet : Les Abatilles
Variante de simulation : Les Abatilles - Toiture Ouest - 156kWc

Principaux paramètres système	Type de système	**Couplé au réseau**		
Orientation plan capteurs	inclinaison	6°	azimut	96°
Modules PV	Modèle	VSPS250	Pnom	250 Wc
Champ PV	Nombre de modules	312	Pnom total	**78.0 kWc**
Onduleur	Modèle	TRIO-27_6-TL-OUTD-S2X-400	Pnom	27.60 kW ac
Batterie d'onduleurs	Nombre d'unités	2.5	Pnom total	**69.0 kW ac**
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)			

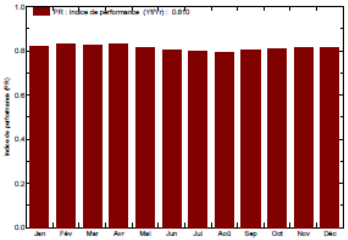
Principaux résultats de la simulation

Production du système	**Energie produite**	**92353 kWh/an**	Productible	1184 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	81.0 %		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 78.0 kWc



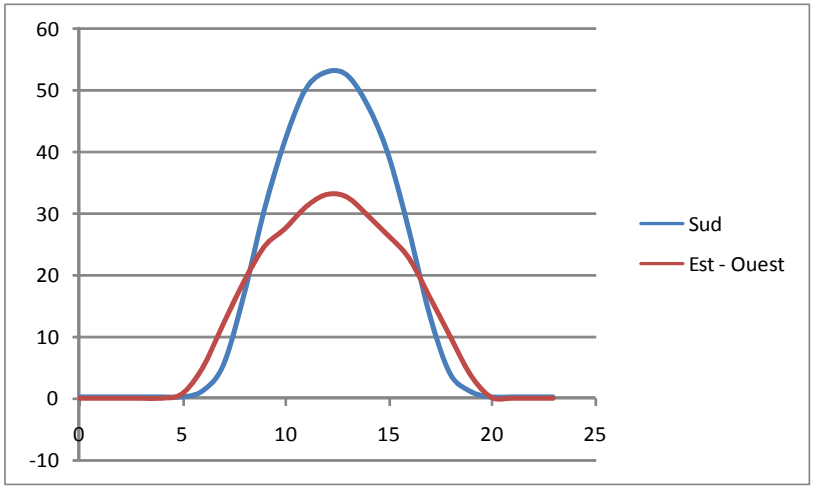
Indice de performance (PR)



Les Abatilles - Toiture Ouest - 156kWc
Bilans et résultats principaux

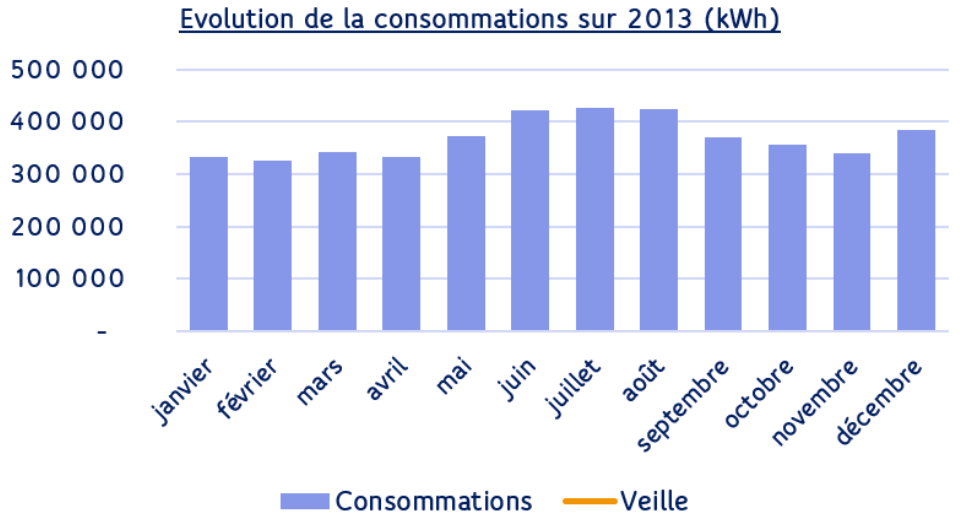
	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
Janvier	45.9	7.70	44.9	41.8	2953	2867	12.90	12.53
Février	65.5	8.00	64.5	60.7	4304	4187	13.10	12.74
Mars	117.8	10.80	116.7	110.9	7744	7536	13.02	12.67
Avril	155.7	12.40	154.0	147.8	10243	9960	13.05	12.69
Mai	189.7	16.20	188.3	181.7	12335	11989	12.85	12.49
Juin	202.5	19.30	201.5	194.8	12974	12597	12.63	12.27
Juillet	202.7	20.80	201.8	194.8	12946	12576	12.59	12.23
Août	178.3	21.20	176.8	170.2	11269	10941	12.50	12.14
Septembre	138.0	18.50	136.9	130.9	8639	8597	12.67	12.32
Octobre	87.7	16.00	86.3	81.3	5585	5432	12.69	12.34
Novembre	49.2	10.40	48.5	45.4	3169	3076	12.82	12.44
Décembre	41.2	7.90	41.0	37.8	2674	2596	12.81	12.43
Année	1474.2	14.14	1461.3	1398.1	95035	92353	12.76	12.40

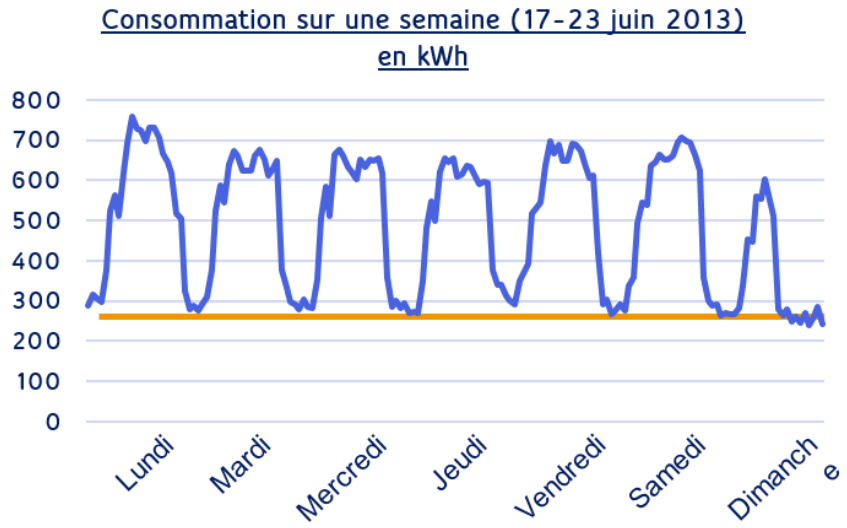
Légendes: GlobHor Irradiation globale horizontale — EArray Energie effective sortie champ
T Amb Température ambiante — E_Grid Energie injectée dans le réseau
GlobInc Global incident plan capteurs — EffArrR Effic. Eout champ / surf. brute
GlobEff Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages — EffSysR Effic. Eout système / surf. brute

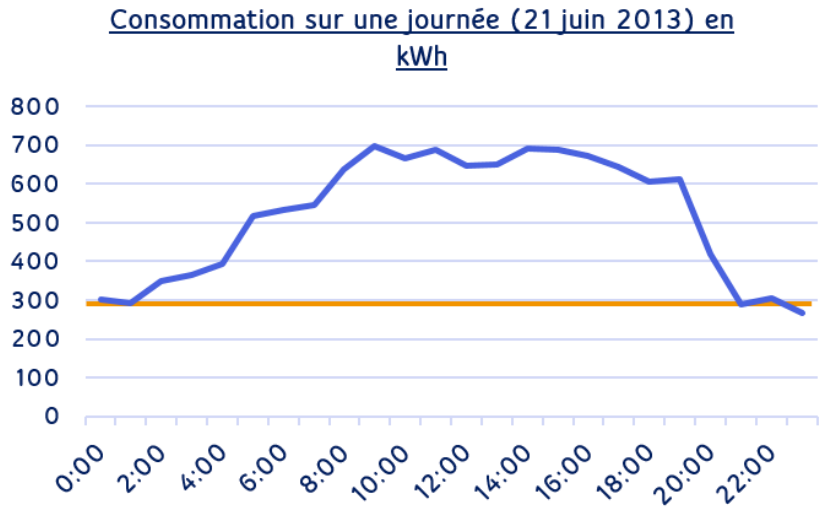


Analyse de l'autoconsommation Photovoltaïque

- La consommation suit bien le rythme solaire
- La veille est importante
- Sur l'année, on constate une augmentation nette sur les mois d'été, lors des fortes chaleurs







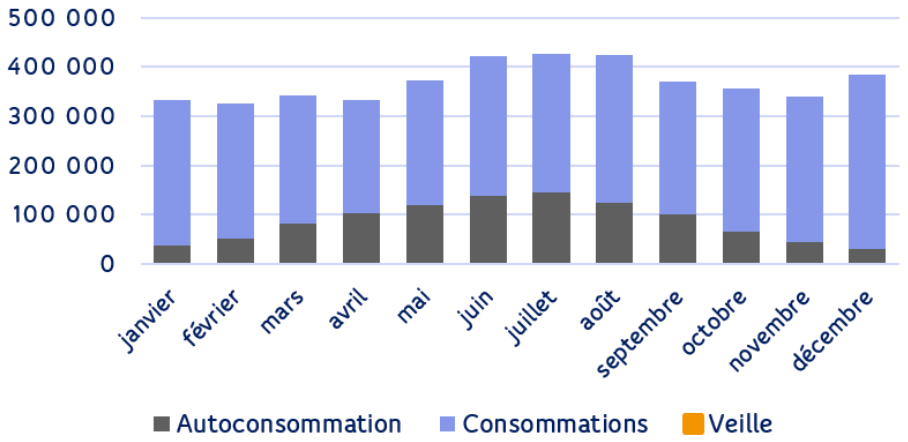
Analyse de l'autoconsommation Photovoltaïque

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

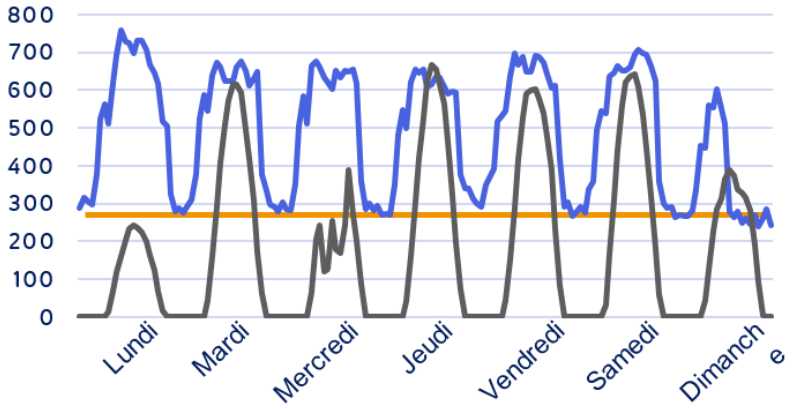
La consommation suit bien la courbe solaire

- Puissance possible absorbée : 1 000 kWc
- Taux autoconsommation : 95%
- Taux autonomie énergétique : 23%

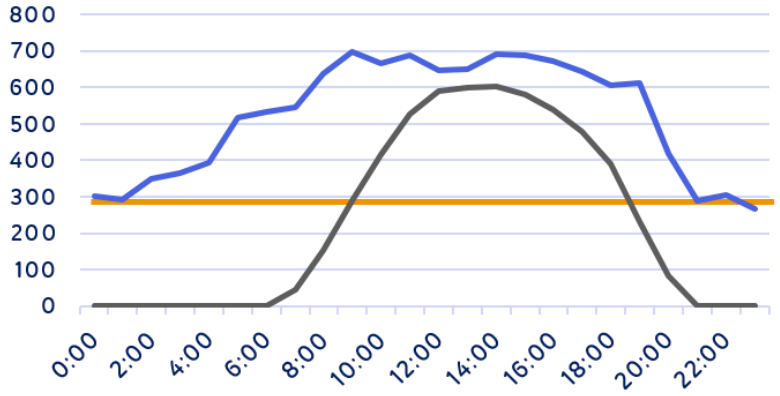
Evolution de la consommations sur 2013 (kWh)



Consommation sur une semaine (17-23 juin 2013) en kWh



Consommation sur une journée (21 juin 2013) en kWh



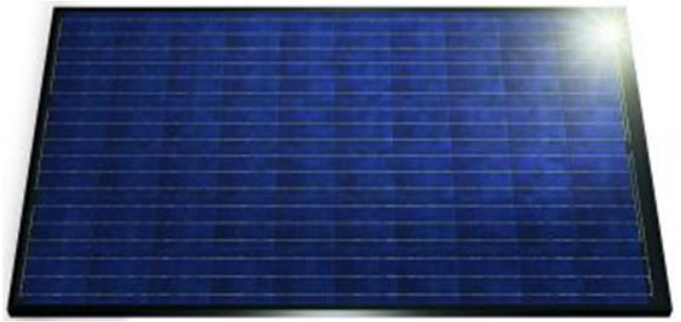
SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Solution proposée

Un projet de 250 kWc pour commencer la démarche vers l'autoconsommation

- 250 kWc
- Taux autoconsommation : 100%
- Taux autonomie énergétique : 6%
- Prix kWh consommé année 1 : 8 c€/kWh

- Investissement PV : 350 k€
- Frais d'exploitation : 15 à 20%
- Amortissement sur 30 ans
- Prix moyen kWh PV : 8-10 c€/kWh

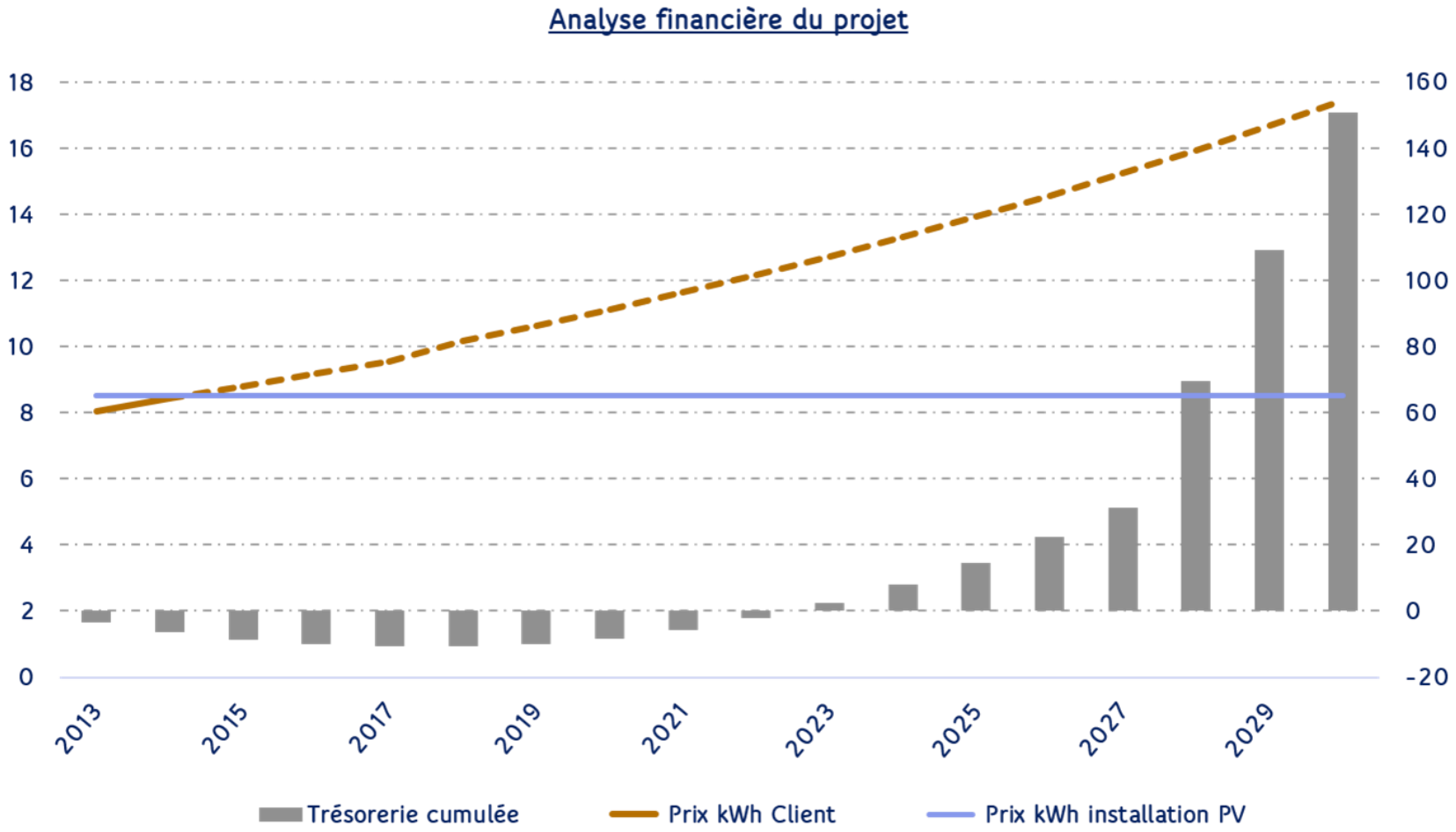


** : hors frais financiers*

SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Bilan financier

L'effort financier sur les premières années est vite rattrapé



SYSOLIA
CLUSTER SYSTÈMES SOLAIRES INDUSTRIELS EN AQUITAINE

Opportunités complémentaires de mise en oeuvre

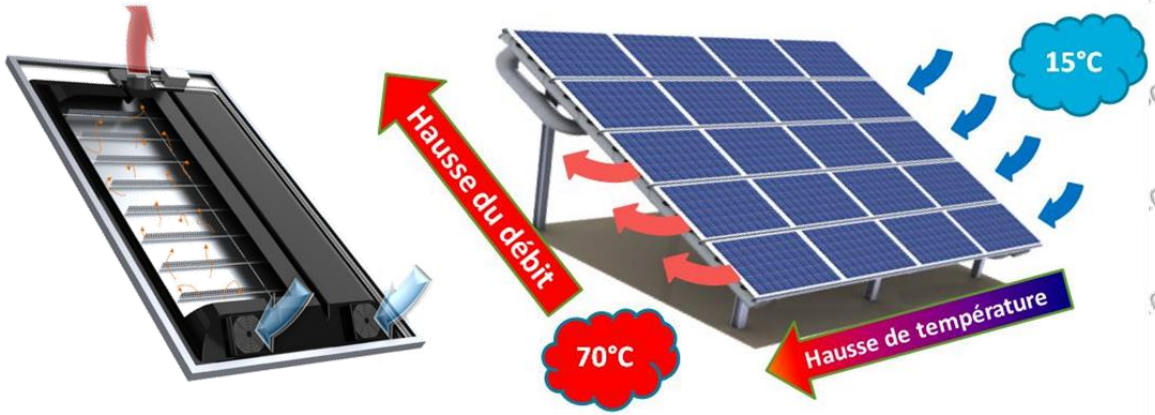
- Mise en place du monitoring de la consommation d'électricité
  - Economie d'énergie par la communication
- Production de chaleur à l'aide de panneaux hybride

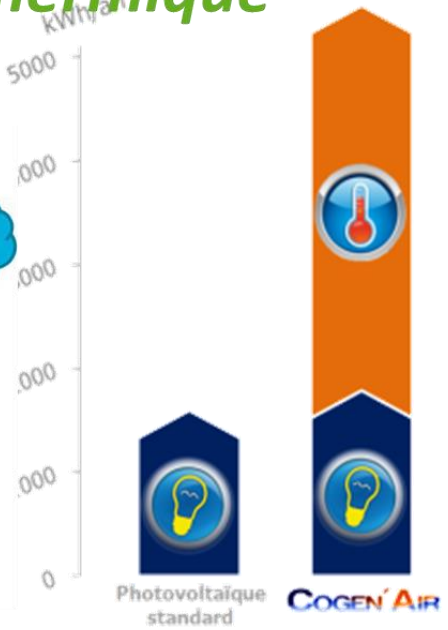
Production hybride électrique et thermique

Cogen'Air – le solaire électrique et thermique

1 module : 2 énergies (électricité et chaleur)

Meilleure rentabilité des projets (kWh < 0.05 €)





Production de Chauffage, Eau chaude sanitaire, Electricité, Séchage

Réduction de la dépense énergétique (électricité & chauffage) des bâtiments